

軌道トンネル坑口における止水鉄扉設置工事

阪神電気鉄道(株)

渡邊友崇

鹿島建設(株)

正会員 ○岡 直彦 奥野光弘

1. はじめに

地下駅である阪神電気鉄道福島駅において、津波による駅の出入口および軌道トンネル坑口からの浸水を防ぐため、鉄道施設総合安全対策事業（浸水対策）の適用第1号として、各所に止水鉄扉を設置する工事を行った。軌道トンネル坑口の浸水対策では、土留め擁壁嵩上げ方式と止水鉄扉方式を比較し、擁壁嵩上げ区間の延長が長く、設置が困難となることから止水鉄扉方式とし、上下線2ヵ所に止水鉄扉を設置した（写真-1、写真-2）。

本稿では上り線止水鉄扉（3,930mm×5,097mm×459mm 6.9t）と下り線止水鉄扉（4,170mm×5,100mm×459mm 7.0t）の構造検討内容と、営業線軌道内における夜間作業で、各鉄扉をそれぞれ約3.5時間で設置した施工内容について報告する。

2. 止水鉄扉の構造検討

該当箇所における浸水深は、大阪府防災会議 南海トラフ巨大地震災害対策等検討部会による「大阪府津波想定図（H25）」の津波浸水に基づき設定されている。設計浸水深はGL+約2.1mで、トンネル坑口部の浸水深では約6.3mとして止水鉄扉の設計を行った。図-1に

断面図を示す。坑口の内空断面は、幅11,750mm×高さ5,810mmであるが、電車の建築限界を侵さないように止水鉄扉の反力となる受け柱・壁を設計し、止水鉄扉の面積が最小となるように設計した。水密方式はP型ゴムを使用した四方ゴム水密構造とした。

また、止水鉄扉の仕様については下記のとおりである。

- 地震等の影響で停電になる恐れがあるため、操作は手動とすること。
- 1扉15分程度で閉扉できること。（上下線で30分程度）
- 営業線設備（架線・レール）を撤去や移設することなく開閉できる構造とすること。
※開閉時にレールをかわす⇒下部フラップ、架線をかわす⇒上部フラップ
- 操作は梯子や足場を使用しない軌道面上からできる構造とすること。（架線フラップ構造）



写真-1 止水鉄扉状況（開扉）



写真-2 止水鉄扉状況（閉扉）

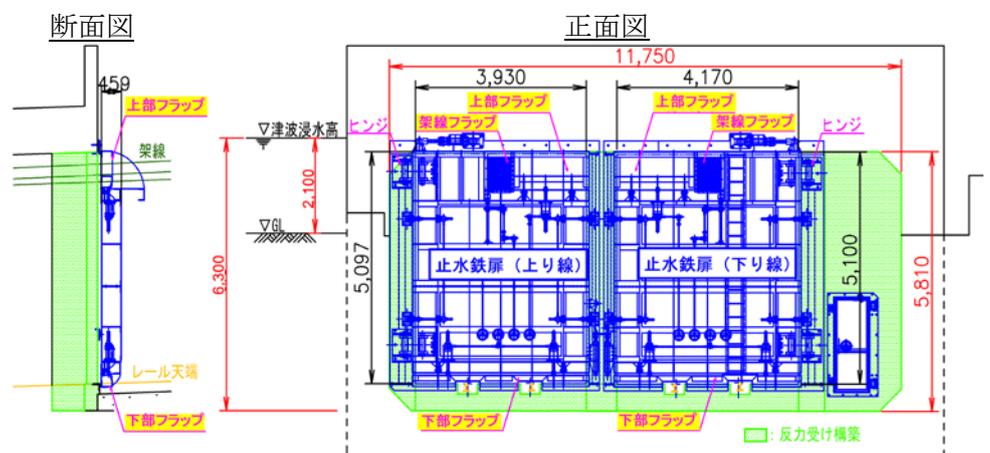


図-1 止水鉄扉構造図（単位mm）

キーワード 鉄道営業線、津波対策、止水鉄扉、夜間作業

連絡先 〒540-0001 大阪府大阪市中央区城見2-2-22 鹿島建設(株)関西支店土木部 06-6946-7194

3. 止水鉄扉の試験施工

3.1 架線フラップ

季節の温度差で設置位置が変動する3本の電車線（吊架線，補助吊架線，トロリー線）を取り外さず，かつ損傷を与えず鉄扉を閉鎖できるような架線フラップ（写真-3）の検討を行った．構造はスリット形状とし，本体と同材質の止水ゴムを山形に加工し，その内部に補強用の芯材を入れた．閉鎖時，横方向にスイングすることで，各線がフラップ枠内のどこに配置していても挟み込めるようにした．山形のゴムの内部に遊間を設けることにより，架線への影響を低減させた．現地架線と同じ各線の位置，張力，傾きを再現した装置による架線フラップの試験施工を工場にて実施した．開閉時の各線の変位，影響の有無，架線フラップに作用する荷重を確認し，フラップの回転力や山形ゴムの寸法や配置を決定した．

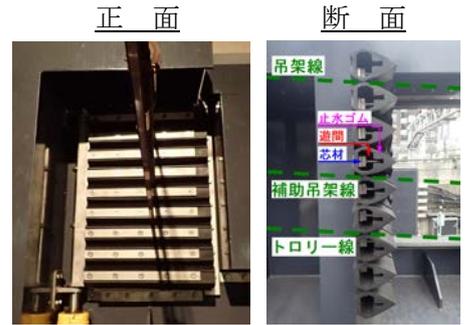


写真-3 架線フラップ

3.2 止水鉄扉仮組試験

工場製作完了後，工場内にて現地と同寸法の仮想坑口を設けて，止水鉄扉仮組試験（写真-4）を実施した．そして各フラップの作動状況および水密性の確認を行った．仮組試験によって，設置時の吊荷の重心や，完成時と同じ状態における各フラップの操作性を確認することができた．

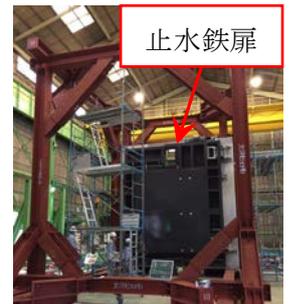


写真-4 仮組状況

4. 止水鉄扉設置における施工内容

4.1 止水鉄扉地組

止水鉄扉は運搬を考慮して2分割として現場へ搬入し，ヤード内架台上で地組みを行った．地組みの際，止水機能確保のため，鉄扉の平坦性を調整し，止水鉄扉側ヒンジのボルト孔を既設構造物側のアンカーボルト（上下各 M24×6 本）へ確実に挿入するため，既設アンカーボルトの配置実測値を反映し，上下のヒンジ間距離を調整した．



写真-5 設置状況

4.2 止水鉄扉設置

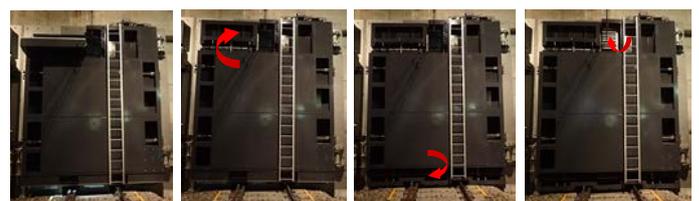
トンネル坑口頂版上に100tクレーンを配置し，止水鉄扉（約7.0t）の設置を行った．設置箇所には電車線および電車設備が近接しており，電車設備との最小離隔100mmでの吊り込み作業であった（写真-5）．鉄扉は板状であり，風の影響を受けるため，荷振れ防止対策を講じて作業を実施した．また，線路閉鎖時間内（0：40～4：00）に鉄扉を設置するため，時間工程を検討し，主要作業に作業中止基準時刻を設定し，作業に遅れが生じた場合は，再施工する計画とした（図-2）．仮組試験等の事前検討の結果，予定とおりに設置することができた．



図-2 時間工程

4.3 止水鉄扉調整・閉鎖

設置完了後に止水鉄扉の位置調整および操作を行い，作動状況および水密確認を実施した．閉鎖時間は上部フラップ5分，下部フラップ3分，架線フラップ2分，その他5分で計15分であった（写真-6）．



①扉本体 ②上部フラップ ③下部フラップ ④架線フラップ
写真-6 鉄扉閉鎖ステップ

5. まとめ

本工事が今後の地下駅や既設トンネル坑口における浸水対策として参考になれば幸いである．